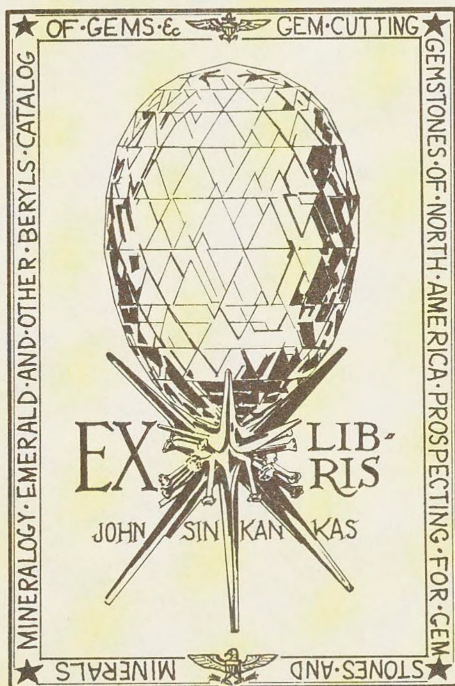
STADTSERRAAD

localities

Koenigsberger


OF·GEMS·&c GEM·CUTTING
GEMSTONES·OF·NORTH·AMERICA·PROSPECTING·FOR·GEM
STONES·AND
MINERALS
MINERALOGY·EMERALD·AND·OTHER·BERYLS·CATALOG
EX LIB-RIS
JOHN SIN KAN KAS

Versuch einer Einteilung der ostalpinen Mineral-lagerstätten

von

Joh. Koenigsberger

Sonderabdruck aus: »Zeitschrift für Krystallographie usw.« LII. Band, 2. Heft

Leipzig
Wilhelm Engelmann
1913

Inhalt des 2. Heftes

(Die Fortsetzung des Inhalts befindet sich auf der dritten Seite des Umschlages.)

XI. Versuch einer Einteilung der ostalpinen Minerallagerstätten.

Von

Joh. Koenigsberger in Freiburg i. B.

Vor einem Jahrhundert ging das Studium der Mineralien mit dem ihres Vorkommens in der Natur Hand in Hand. Das zeigen für die Alpen die Arbeiten von Saussure, Lusser, Lardy u. a. Allmählich aber lenkte die Fülle neu gewonnener krystallographischer, optischer, chemischer Erkenntnis die Mineralogen von dem Studium der Lagerstätten ab.

Nur bei den nutzbaren Mineralien haben die Wünsche der Praxis die sorgfältige Erforschung der Naturvorkommen, namentlich der Erzlagerstätten, beschleunigt; wir sind jetzt über deren Lage, Form und Entstehung recht gut unterrichtet.

Nach einer langen Pause, von etwa 1830 bis 1862, heben erst die Forschungen von G. vom Rath[1]) die Kenntnis alpiner Minerallagerstätten auf eine moderne Grundlage. 1886 hat P. Groth[2]) den seit 1860 wesentlich erweiterten Gesichtspunkten der Mineralogie und Petrographie entsprechend die Mineralfundorte der Dauphiné eingehend beschrieben. Seine Schlußfolgerungen passen für alle Minerallagerstätten des alpinen Typus. Danach ist die Kenntnis der letzteren in dem französischen Teil der Westalpen durch A. Lacroix[3]) wesentlich gefördert worden. In den schweizerischen Alpen sind östliches Aare und Tessinermassiv vom Verf.[4]), das Binnental von H. Desbuissons[4]) studiert worden.

Über die Minerallagerstätten der Ostalpen sind wir weniger unterrichtet.

---

1) G. vom Rath, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1862, **14**, 369.

2) P. Groth, Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. München 1886, **15**, 371. Ausz. diese Zeitschr. **13**, 93.

3) Vergl. insbesondere A. Lacroix, Minéralogie de la France et de ses colonies, Paris 1901 bis 1910.

4) Vergl. Anm. 3 und 4, S. 153.

Sehr schönes Material zu Studien über die Paragenese ostalpiner Mineralfundorte ist durch die Herren P. Groth, E. Weinschenk, F. Grünling für die Kgl. Bayerische Staatssammlung in München gesammelt und übersichtlich geordnet worden.

Die Angaben in den älteren Schriften von Liebener und Vorhauser[1]), von M. Stotter u. a. beruhen zum Teil auf eigenen Beobachtungen, zum Teil aber auch auf Angaben von Mineraliensammlern.

Das »Mineralogische Lexicon des Kaisertums Österreich« von F. v. Zepharovich und die an sich vorzüglichen Beschreibungen der Mineralien des Herzogtums Salzburg von E. Fugger, der Rauris von F. Berwerth und F. Wachter verfolgen andere Zwecke als das Studium der Minerallagerstätten in der Natur. Nur das Fassatal macht eine Ausnahme. Die Petrographen und Geologen, denen wir Schriften über diese Gegend verdanken, haben — es seien nur G. vom Rath, F. v. Richthofen, C. Doelter, W. C. Brögger erwähnt, — nebenbei viele Minerallagerstätten gesehen und beschrieben. — 1896 hat E. Weinschenk[2]) zuerst vom modernen Standpunkt aus die Minerallagerstätten des Groß-Venediger untersucht. Wenn ich auch in manchen Punkten anderer Ansicht bin, so möchte ich doch die große Bedeutung dieser sorgfältigen Beobachtungen betonen. Sie sind merkwürdigerweise bis jetzt die einzigen detaillierten Untersuchungen ostalpiner Minerallagerstätten geblieben. Einen kurzen allgemein verständlichen Überblick über die alpinen Mineralien hat P. Groth[3]) 1894 gegeben. Auf die von ihm besonders betonte Tatsache der Seltenheit einzelner Mineralien werden wir später (S. 158) eingehen.

Der Verf. hat vor vielen Jahren und neuerdings zusammen mit Herrn K. Endell zur Vergleichung mit Beobachtungen in den Westalpen die Ostalpen bereist. Im Aar-, Gotthard- und Tessinermassiv konnten die meisten Orte der in den letzten 100 Jahren gemachten Funde noch festgestellt werden; in den Ostalpen ist es für ein Detailstudium in vielen Gegenden jetzt zu spät. Die Mineralfundorte sind erschöpft. Sie sind zu spärlich, als daß neue anderswo als an der Oberfläche aufgesucht würden. Selbst in mineralreichen Stellen des Zillertalgneiß kommt eine etwas größere Mineralkluft auf rund 10 Millionen cbm. Krystallsucher gibt es in vielen, früher mineralreichen Tälern nicht mehr. Der folgende Überblick kann daher selbst die Haupttypen nicht vollständig und gleichmäßig behandeln. — Von der Darstellung der Succession durch Diagramme wurde hier abgesehen. In erster Annäherung kann man die in C. Doelter's Handbuch der

1) Betr. Literatur vergl. Paragenesis der Silicate in C. Doelter, Handbuch der Mineralchemie Bd. II, Abt. 1, Dresden 1912.

2) E. Weinschenk, diese Zeitschr. 1896, **26**, 337.

3) P. Groth, Mitt. d. Deutsch-Österr. Alpenvereins 1894, Nr. 13 und 14.

Mineralchemie für den betreffenden Typus gegebenen Diagramme[1]) verwenden. Eine genauere Darstellung müßte für die einzelnen Typen möglichst viele in den Sammlungen (insbesondere in München, Wien, Salzburg) enthaltenen Stufen eines Fundortes verwerten. Die analogen[2]) Vorkommen in den Westalpen sind nur erwähnt. Soweit sie in der Dauphiné liegen, sei auf die Abhandlung von P. Groth, für das Binnental auf das Buch von H. Desbuissons[3]), für das östliche Aarmassiv und das Tessinermassiv auf Arbeiten des Verfs.[4]) verwiesen.

Krystallflächen, chemische Eigenschaften usw. sind im folgenden nicht angegeben; man braucht da meist nur in dem Handbuch der Mineralogie von C. Hintze nachzusehen. Ich habe zu dem Zweck die Fundortsbezeichnung, wenn Hintze nicht die gleiche gibt, überall da beigefügt, wo für mich über die Identität des Fundorts kein Zweifel bestand.

Einteilung.

I. Primäre Gesteinsmineralien.

II. Primäre Drusenmineralien. (Protopneumatolitisch).
- a) Typus Seiseralp.
- b) Typus Theiss.

III. Mineralien der Contactlagerstätten (Gesteins- und Drusenmineralien). (Protocontact).
- A. Tiefengesteine. (Protocontactmagmatisch).
  - a) Typus Lago Usel.
  - b) Typus Toal della Foja.
  - c) Typus Lisenser Tal.
- B. Ergußgesteine. (Protocontactpneumatolytisch).
  - a) Typus Mahlknechtjoch.
  - b) Typus Schlern.

IV. Mineralien der Erzlagerstätten. (Epigenetisch-mineralisch).

V. Mineralien der alpinen oder Dynamometamorphose. (Epigenetisch-dynamometamorph).
- A. Gesteinsmineralien.
  - a) Typus Talggenköpfe.
  - b) Typus Wolfendorn.

---

1) Vergl. S. 152, Anm. 1.

2) Unter analogen Vorkommen sind solche verstanden, bei denen nicht nur die gleichen Mineralien, sondern diese auch in derselben krystallographischen Ausbildung, relativen Größe, Farbe und Succession vorkommen, also denselben Habitus besitzen. Dann ist auch das Gestein dasselbe oder verwandt.

3) H. Desbuissons, La Vallée de Binn, Lausanne 1909.

4) Geologische und mineralogische Karte des Aarmassivs, Freiburg i. Br. 1910. Die Beobachtungen im Gotthardmassiv usw. sind nicht veröffentlicht. Tessinermassiv: N. Jahrb. f. Min. usw. 1908, Beil.-Bd. **26**, 488. Ausz. diese Zeitschr. **49**, 400.

c) Typus Rothenkopf.
d) Typus Roßrücken.
e) Typus Pfitscher Joch.
f) Typus Smaragdpalfen.

B. Kluftmineralien.

I. Saure Gesteine (Tiefengesteine und krystalline Schiefer) und deren Contacte.

a) Typus Floitental.
b) Typus Saurüssel.
c) Typus Eichamwand.
d) Typus Grieswies.

II. Basische Gesteine und deren Contacte.

a) Typus Hochfeiler.
b) Typus Pfitscher Joch.
c) Typus Knappenwand.
d) Dynamometamorph umkrystallisierte Contactmineralien. Burgumer Alp.

III. Sedimente.

a) Typus Schmirn.
b) Typus Iseltal.

I. Primäre Gesteinsmineralien.

Mineralien von Tiefengesteinen sind in den Ostalpen nur selten als mineralogische Vorkommen von besonderer Bedeutung. Das hängt mit der starken Zertrümmerung in der nördlichen und mittleren Zone der Ostalpen zusammen.

Pegmatite fehlen zwar in den Alpen nicht, aber sie sind ebenso selten wie pneumatolytische Contacte der Tiefengesteine mit Mineralisatoren. Das ist ein Characteristicum aller Gneißintrusionen und der ihnen bald nachfolgenden Granitdurchbrüche; stets überwiegen die aplitischen Gänge. Zahlreicher sind die gut erhaltenen Pegmatite außerhalb der Ostalpen im Veltlin. Erwähnenswert sind in den Ostalpen pegmatitische aplitische Randzonen im Granit des Groß-Venediger, die an der Abichlalp[1]) im Unter-Sulzbachtal Orthoklas, Quarz, Muscovit und blauen Beryll führen. Alle sind ebenso wie die Tiefengesteine zertrümmert.

Von Ergußgesteinen haben die des Fassatals beachtenswerte Mineralien geliefert. Bekannt ist der schwarze Augit von Bufaure im Augitporphyr, der rote Orthoklas im Liebneritporphyr bei Predazzo.

---

1) E. Weinschenk, l. c. S. 492 und eigene Beobachtungen des Verfs.

II. Primäre Drusen in Gesteinen.

Drusen in Tiefengesteinen und Pegmatiten fehlen fast völlig aus den oben S. 154 erwähnten Gründen.

Die Drusen in den Ergußgesteinen haben in den südlichen Ostalpen besonders im Fassatal viele schöne Mineralien geliefert. Wie überall sind nur die basischen Gesteine, die Augitporphyrite, Melaphyre usw., drusenreich. In den Quarzporphyren, z. B. der Bozner Quarzporphyrdecke, sind Lithophysen, wie sie in anderen Gegenden vereinzelt auftreten, äußerst selten.

Wir können nach den vorwiegenden Mineralien drei Haupttypen von Mineralvorkommen unterscheiden: die Chalcedon-Quarzdrusen, die Zeolith-, und die Calcit-Quarzdrusen. Ein Analogon in den Westalpen fehlt, weil dort kein unverändertes basisches Ergußgestein erhalten ist. Für die ersten finden wir Analoga in den Melaphyren des Nahetals und von Uruguay, für die zweiten in den Basalten von Skye, von Böhmen usw.; den dritten ähnliche Lagerstätten sind mir nicht bekannt.

Die Ansichten über die Entstehung dieser Mineralien gehen sehr auseinander. Forscher wie F. von Richthofen[1]) und neuerdings A. Lacroix[2]) sind der Ansicht, daß die Bildung von Zeolithen in basischen Gesteinen ein dauernder jetzt noch stattfindender Proceß ist. Dem Verf. scheint das aber aus folgenden Gründen unmöglich:

1) Die Zeolithe zeigen eine bestimmte einmalige Succession und ausgebildete Krystalle. Die wiederholte Succession wie bei Erzgängen fehlt den Zeolithdrusen. Mineralien, die sich jetzt wirklich noch bilden, wie Aragonit, Eisenoxydhydrate, Malachit usw. zeigen einen schaligen Bau und immer wiederholte Succession.

2) Die Zeolithe haben mancherorts Eindrücke in Quarzkrystallen hervorgebracht; auch sind bisweilen zum Teil nachträglich Quarz, Datolith in großen Krystallen auf ihnen aufgewachsen. Diese letzteren Mineralien können aber kaum meteorischer Entstehung sein.

3) In den Drusen sind öfters so große Mengen Apophyllit enthalten, daß man die Fluormengen nicht aus den Gesteinen herleiten, sondern sie pneumatolytischen Vorgängen zuschreiben muß.

Nach meiner Ansicht sind namentlich in den obern Lagen des Ergußgesteines die Dämpfe beim Erstarren der Lava zusammengedrängt und dadurch verdichtet worden. Hierbei konnten sie erhebliche feste Bestandteile aus dem Gestein vielleicht auch von eingeschlossenen Kalksteinstücken lösen; und taten dies noch, als sie, in die kugeligen Hohlräume eingeschlossen

1) F. v. Richthofen, Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Klasse, 1858, 27, 293.

2) A. Lacroix, Congrès intern. géol. Paris. Guide, III. Pyrénées 1900, 17.

durch Abkühlung sich condensiert hatten. Die Abweichung von der Kugelform ist ein Anzeichen von Bewegungen in der halbflüssigen Masse. Die Dämpfe hatten entsprechend der geringen Überlagerung nur einen geringen Druck, waren daher nicht sehr dicht; sie haben sich vermutlich erst bei etwa 300° condensiert. Deshalb fehlen in ihnen die Mineralien, die bei höherer Temperatur sich aus diesen basischen Gesteinen aus wässeriger Lösung abscheiden wie Adular, Epidot, Albit usw. Wir sehen hier gewissermaßen die oberste späteste Schicht der Drusenmineralien der Tiefengesteine und der alpinen Kluftmineralien vergrößert.

Einzelne Unterschiede in der Succession der Mineralien, z. B. der Seiser Alp, verglichen mit der des alpinen Typus, sind auf Massenwirkung zurückzuführen.

a. Typus Seiser Alp[1]).

Die Zeolithe der Seiseralp finden sich hauptsächlich in den oberen Lagen des Melaphyrs[2]) und zwar 10 m von der Oberfläche beginnend bis etwa 100 m in die Tiefe.

F. v. Richthofen hat die oberste Zone als Reibungsbreccie und Conglomerate bedingt durch den überlagernden Kalk bezeichnet; er hatte die Ansicht, daß Kalksteinstücke in die Lava fielen, zum Teil ein- und schließlich umgeschmolzen und später meteorisch in Zeolithe umgewandelt wurden. Manches spricht auch für den ersten Teil dieser Annahme. So sind am Cipitbach in der obersten Grenzschicht die Lavahohlräume von weiß- und rotgefärbtem Calcit ausgefüllt; nach unten überwiegen allmählich die Zeolithe. Doch war an vielen Stellen der Vorgang wohl auch unabhängig von Kalksedimenten, ähnlich wie in den Basalten auf Skye, Island usw. Der Melaphyr ist submarin längs der Dolomitriffe hingeflossen, und im allgemeinen nicht zwischen zwei Kalkschichten intrudiert. Die Einwirkung des erhitzten Meerwassers dürfte wohl auch die Uralitisierung usw. bedingt haben.

Die Zeolithfundstellen liegen da, wo die Bäche (Cipit-, From-, Pufler- und Saltariabach) die obersten Melaphyrschichten freilegen, also dicht unter dem Plateau der Seiser Alp. Man kann den Bächen von oben her hinunter folgend leicht zu den Fundstellen gelangen. Sie fallen etwa mit der jetzigen Waldgrenze unter der Alp zusammen. Die Zeolithe kommen nicht alle zugleich an demselben Fundort vor. Für jeden Fundort ist eine gewisse Association charakteristisch, die offenbar auf feinere Differentiationen in der Mineralzusammensetzung der Lava deutet.

---

1) Es ist hier ebensowenig wie im folgenden eine vollständige Aufzählung der Mineralien aller Fundorte beabsichtigt.

2) Wir haben hier der Kürze halber die Bezeichnungsweise von C. Doelter beibehalten. Übrigens kommen die Mandeln wohl hauptsächlich in den Erguß- und nicht in den Ganggesteinen vor.

A. Himmelbauer[1]) hat neuerdings die Paragenesis der Zeolithe in den Melaphyren Südtirols erörtert und ihre Beziehung in der Regel von Cornu auseinandergesetzt. Die folgenden Beobachtungen können als Ergänzung dienen.

1. Cipitbach.

Man findet als ersten Zeolith Analcim, auf diesem seltener Apophyllit in Tafeln, beide oft durch Eisenoxyd schwach gefärbt, darauf Calcit. Letztes Product, auch Pseudomorphose nach den vorigen, ist Natrolith, ebenso wie man in alpinen Drusen bisweilen Skolezit findet. Beide sind bei sinkender Temperatur offenbar die beständigeren Mineralien.

Charakteristisch sind die bekannten hellgrünen, noch wenig studierten Zersetzungsproducte im Melaphyr in der Umgebung der Drusen, die bisweilen dunkle traubige Überzüge der Wandungen kleiner Hohlräume bilden.

2. Frombach.

Charakteristisch ist die Größe der Krystalle und Hohlräume. In der obersten Schicht sitzt in den größeren Drusen fast nur Analcim, in den kleineren Calcit; unterhalb große rosa gefärbte Tafeln von Apophyllit auf Analcim, die kleineren späteren Krystalle klar, die großen trüb, auf den Zeolithen bisweilen Calcit, zuweilen auch Natrolith, in einzelnen Hohlräumen fast nur Laumontit.

3. Pufler Loch und Bach.

Nebeneinander in verschiedenen Hohlräumen kommt entweder als Auskleidung der sogenannte Puflerit, Desmin, oder in größeren aber einzelnen Krystallen auf der Wand Chabasit, bisweilen mit vorausgehendem Thomsonit, höher oben Calcit oder Analcim und Apophyllit, seltener mehrere von diesen gemeinschaftlich vor, mit der Succession Apophyllit, Chabasit, Desmin. Weiter unten findet man Prehnit.

Man sieht, die vollständige Succession nach der Regel von Cornu ist in der Natur eine Seltenheit; charakteristisch hier wie in alpinen Mineralklüften, Granitdrusen sind aber bestimmte Zusammenvorkommen von Zeolithen, Desmin und Chabasit usw.

Calcit und Kalkzeolithe schließen einander meist aus, und man wird das wohl auf die Ausfällung des Kalkes durch die Kohlensäure zurückführen dürfen. Die Frage nach dem Vorgang klar zu beantworten, wäre erst möglich, wenn man wüßte, ob an der Seiser Alp die Zeolithe im wesentlichen aus primären Kalkcarbonateinschlüssen oder nur aus dem Augitporphyr durch die Lösung gebildet sind.

---

1) A. Himmelbauer, Mitt. Nat. Ver. Wien 1910, 8, 89.

4. Saltariabach.

Im Melaphyr des unteren Teiles des Saltariabaches (nicht am Molignon) überwiegt als Mineral an einigen Stellen Datolith, meist allein in derber Masse und in schönen Krystallen, selten auf Apophyllit.

Wir wollen hier eine von P. Groth zuerst hervorgehobene Erscheinung kurz besprechen. In den alpinen Mineralklüften sieht man einige seltene Mineralien ganz sporadisch an einer Stelle mitten in einem Gestein auftreten. Das sind insbesondere die Bormineralien wie Axinit, Danburit und die Beryllmineralien Phenakit, Beryll, Euklas.

Wenn man im Detail diese Lagerstätten studiert, so findet man z. B. die Bormineralien Axinit und Danburit an den zwei Fundstellen am Piz Vallatsch[1]) dicht nebeneinander, außerdem spärlicher in Nachbarklüften Axinit, sodaß man die Erscheinung durch eine borsäurehaltige Gesteinsschliere erklären kann, die aus der Tiefe nach oben in südöstlicher Richtung zieht.

Die geologische Lagerung am Piz Vallatsch weist auf Contactnähe (aber nicht mit den jetzigen Scopischiefern) hin. Die Krystallbildung selbst erfolgte viel später durch Auslaugung des borathaltigen Gesteines bei der Dynamometamorphose. Diese letztere ist nicht von Borsäureexhalationen begleitet worden. Axinit tritt ferner in einer ziemlich schmalen Zone von Hornblendeschiefern in der Dauphiné[2]), an einer Stelle im Großtal (Urserental) in Syenit auf. Diese locale enge Begrenzung der Borsäureemanationen finden wir auch am Schneckenstein in Sachsen, hier bei Saltaria im Melaphyr, an der Monzonischarte im Diabas und in den Soffioni der Toskana, die längs engen Spalten vom Monte Rotondo bis Larderello aufgereiht sind. Ausgedehnter, aber auch auf eine Contactzone beschränkt, ist das von A. Lacroix beschriebene Vorkommen in den Pyrenäen.

Ähnliches gilt für die Beryllmineralien Euklas und Phenakit, die nur ganz sporadisch auftreten. Das eigentliche Beryllmineral, der Beryll, ist längs einer etwas ausgedehnteren Contactzone im Granitaplit des Groß-Venediger verbreitet, wie das E. Weinschenk auseinandergesetzt hat.

Die fluorhaltigen Gesteinspartien in den Alpen sind weit ausgedehnter; das Fluor ist an den Biotit und Apatit gebunden, während Bor primär in einem Gestein sehr selten zu sein scheint.

Zum Typus Seiser Alp gehört die Fundstelle

4) zwischen Le Palle und Drio le Palle bei Campitello im Melaphyrtuff.

Die durch Eisenoxydblätter stark rot gefärbten Heulandite von da sind allgemein bekannt; mit diesem kommt spärlich Calcit vor.

---

1) G. Seligmann, Verh. Nat. Ver. Rheinlande 1883, **40**, 100.

2) Vergl. P. Groth, l. c. S. 389.

In besonderen Drusen findet man hellgrüne Prehnit ebenfalls mit etwas Calcit; und dann Laumontit und Pektolith[1]).

Das gesonderte Vorkommen dieser Zeolithe ist die Regel, das gemeinschaftliche eine Ausnahme.

b. Quarz-Chalcedonmandeln. Typus Theiss.

Getrennt von den Zeolithfundstellen sind die viel selteneren Quarz-Chalcedonmandeln. Auch sie sind in runden Hohlräumen verschiedenster Größe von 1—30 cm Durchmesser enthalten. Das Gestein dürfte saurer sein als normaler Melaphyr.

Zeolithe erscheinen nur ganz spärlich in kleinen Krystallen auf dem Quarz.

Je mehr der Hohlraum ausgefüllt ist, um so mehr überwiegt Chalcedon. Die Quarzkrystalle sitzen scharf getrennt auf ihm. Die synthetischen Experimente von W. J. Müller und dem Verf. zeigten, daß Chalcedon das instabile, bei hoher Kieselsäureconcentration durch Kohlensäure ausgefällte Mineral ist, während der Quarz erst zuletzt, wenn Kohlensäure und Kieselsäure sich hinsichtlich der Alkalien das Gleichgewicht halten, bei sinkender Temperatur langsam auskrystallisiert. Fehlt die Kohlensäure ganz, so finden wir nur das erstarrte Kieselsäuregel, den Carneol, so am Duronbach.

Eine geringe Kieselsäuremenge krystallisiert ganz als Quarz aus; ein derartiges Beispiel, das schon zu den Contactbildungen zu rechnen ist, bietet der Molignon (vgl. S. 162) kieselsäure- vermutlich alkalisilicathaltige Lösungen, wie wir sie jetzt z. B. in Sierra San Andrès bei La Tacita den recenten Laven entströmen sehen, haben vermutlich bald nach der Erstarrung und der Zeolithbildung, z. B. bei Drio le Palle die bekannten Pseudomorphosen von Quarz nach Analcim, Calcit usw. gebildet. F. v. Richthofen hielt auch dies für einen gegenwärtig meteorischen Vorgang.

Sehr genau von Kenngott untersucht sind die Achatmandeln von Theiss. Sie sind ein besonderer Typus und verdienen als solche eine kurze Erwähnung. Man findet die zahlreichen, meist elliptischen Kieselsäureconcretionen in einer mächtigen Melaphyrmasse östlich von Theiss in gleicher Höhe wie das Dorf über einer tiefen Schlucht. Der Melaphyr wird als Augitporphyritgang durch Quarzporphyrbreccie aufgefaßt. Die Ausdehnung des Melaphyrs ist jedenfalls auf den geologischen Karten von v. Richthofen und v. Mojsisovics zu gering angegeben, die des Quarzporphyr zu mächtig.

Auf den Achat-Chalcedonschichten sitzen Quarzkrystalle zum Teil mit Amethystfarbe, auf diesen manchmal das ganze Innere erfüllend Calcit, oder statt dessen Zeolithe wie Analcim, Apophyllit, auch Desmin, Datolith, Prehnit.

---

1) Der Verf. zählt Pektolith, Prehnit, Milarit zu den Zeolithen. Die Paragenesis läßt hierüber keinen Zweifel.

Ganz selten hat man auch in diesen Mandeln noch Wasser gefunden, das unter hohem Druck stand und bei geringer Erhitzung die Mandel sprengte, also wohl Kohlensäure enthielt. Meist ist es entwichen. Das Vorherrschen von Quarz ist zum Teil durch die relativ saure Zusammensetzung des Gesteins zum Teil durch die größere Überlastung bedingt, die schon bei höherer Temperatur größere Dichte des Wassers verursachte.

III. Mineralien der Contactlagerstätten.

A. Contactlagerstätten von Tiefengesteinen.

Gesteinsmineralien und Drusenmineralien.

Ganz unveränderte Contacte von Tiefengesteinen fehlen in den Westalpen gänzlich; in den Ostalpen sehen wir sie in der südlichen Zone, die fast keine Dynamometamorphose erfuhr.

Exogene Contactmineralien sind vom Monzonit Südtirols seit langem bekannt. Der Contact ist am ehesten dem in Norwegen von W. C. Brögger und sehr eingehend von V. M. Goldschmidt studierten zu vergleichen. Er ist wie dieser stark pneumatolytisch, nicht sehr heiß, daher nicht weitreichend und ohne erhebliche Aufschmelzung.

a) Typus Lago Usel.

1) Oberhalb Lago Usel an der Terasse vor der Paßhöhe nach St. Pellegrino (Allochet) an der Grenze zwischen Monzonit und Triaskalk findet man grobstrahligen grauen und grünen Skapolith oder Wernerit mit eingesprengtem Pyrit (an demselben Fundort etwas unterhalb Hämatit), auf diesem braunen Granat, dieser wieder eingehüllt in grobkrystallinen Calcit, der oft nur ein Rhomboëder im ganzen Hohlraum bildet. Für derartigen Calcit sind die zahlreichen feinen Zwillingslamellen nach {110} charakteristisch.

2) Unter Lago Usel am Marmorweg kurz vor dem Hauptaufstieg zum See (bei Hintze ist der Fundort als alle Selle bezeichnet) ist am Contact Idokras in schönen grünen und gelben kurzprismatischen Krystallen entwickelt und ebenso Grossular. Zwischen diesen ausgebildeten Mineralien sitzt später abgeschieden Calcit, oft aber auch sind freie Hohlräume da. Etwas oberhalb in Hohlräumen des Kalksedimentes findet man mit Kalkspat fast allein Gehlenit in Würfeln.

Der bekannte Idokras-Fundort von Canzacoli bei Predazzo gehört zum selben Typus.

b) Typus Toal della Foja.

Im obersten Teil des Toal della Foja nördlich vom Val Pellegrin ist ein Contact stellenweise aufgeschlossen, der eine etwas intensivere Aufschmelzung des Sedimentes durch den Monzonit darstellt. Eine Zone wurde

gebildet, die zu oberst hauptsächlich Fassait (Augit), Anorthit, etwas schwarzen Spinell und Brandisit enthält. An Hohlräumen, die zuletzt meist von Calcit ausgefüllt wurden, sind diese Mineralien gut krystallographisch begrenzt. Am Westabhang nicht weit unterhalb überwiegt neben Fassait Monticellit, daneben etwas Pleonast. Interessant sind die Pseudomorphosen von Fassait und Monticellit.

Östlich vom ersten Fundort steht reine Fassaitmasse mit Pleonast an, in den Hohlräumen gut ausgebildet. Etwas später als der Fassait aber doch noch bisweilen von den letzten kleinen Fassaitkrystallen überwachsen, ist am Toal da Mason der Brandisit, der auch den Fassait verdrängt, etwas später als dieser der Calcit.

Ähnlich sind die Vorkommen in den anderen Tobel, die vom Monzonigebirge nach Süden abfallen.

c) Typus Lisenser Alp.

Contact und Contactmineralien, an die der Bretagne und des Sächsischen Granulitgebirges erinnernd, finden wir in einem Streifen von der Lisenser Alp oder schon vom Stubai bis in das Pitztal reichend[1]). Dort sind z. B. an der Hütte der Juifenalp Glimmerschiefer mit großen roten Staurolithen und Almandingranat, die, wohl wegen der Einhüllung in den schützenden weichen Schiefer, wenig zertrümmert sind.

Weiter südlich gegen das Oberbergtal sind in hartem, ziemlich mächtigem Quarzband, das wieder wegen seiner Härte in bewegtem weichem Gestein gut schützte, die bekannten großen Andalusite und Cordierite eingeschlossen. Ersterer ist später bei der übrigens recht schwachen chemischen Dynamometamorphose meist oberflächlich in Muskovit, selten in Disthen, letzterer zum Teil in Pinit verwandelt. Nach den bisherigen Kartierungen würde der den Contact verursachende Granit fehlen; doch findet man an der Straße vor und nach Sellrain mächtige gut aufgeschlossene Massen von stark gepreßtem (in sich verschobenem aber nicht mylonisiertem) Granit; auch im Grieser Tal muß, den Geschieben nach zu urteilen, solcher anstehen. Leider beeinträchtigen die viel späteren starken tektonischen Bewegungen die Klarheit des Bildes. Es läßt sich nur soviel sagen, daß ein recht heißer Contact ähnlich dem in der Bretagne usw. vorliegt. Zu derselben Klasse von Contactbildungen gehören die Ötztaler Glimmerschiefer mit Granat z. B. vom Schafberg bei Gurgl. Die Zillertaler Granaten dagegen sind wohl ursprünglich contactmetamorph, aber nachher dynamometamorph umkrystallisiert.

---

1) Die Erschließung dieser Mineralfundorte ist insbesondere dem Universitätsdiener R. Bär in Innsbruck zu verdanken.

B. Contactlagerstätten von Ergußgesteinen.

a) Mahlknechtjoch oder Molignon.

Der Contact von Melaphyr an Buchensteinerschichten und Schlerndolomitblöcken am Mahlknechtjoch (Molignon) ist z. B. von A. Diener und G. v. Arthaber[1]) beschrieben und seit langem durch schöne Mineralien berühmt. Der Melaphyrstrom hat das Dolomitriff der Roßzähne umflossen; Blöcke dieses Dolomits und der am Fuß des Riffes höher abgelagerten Buchensteinerschichten fielen auf die heiße Lava, Meerwasser drang ein. Es bildeten sich Risse, die, wie zu sehen, zugleich durch die miteinander verbackene Lavaoberfläche und Kalkblöcke hindurchgingen. Bei der Erkaltung setzte sich Calcit und Quarz ab. Entsprechend dem Massenwirkungsgesetz bezw. dessen Anwendung auf Lösungen ist Calcit, der weitaus vorherrscht, zuerst, der Quarz später abgesetzt. In einer Druse fand F. v. Richthofen[2]) eine wiederholte derartige Succession; aber diese ist jedenfalls äußerst selten und daher kein Ausdruck des wesentlichen Vorganges. Der Calcit war in einer jetzt ausgebeuteten Lage in den bekannten würfelähnlichen Rhomboëdern, die vielfach dunkelgrüne Flecken zeigen, ausgebildet. Jetzt findet man meist nur das Skalenoëder.

Seltener sind Drusen von Amethystkrystallen, die im Kalk oberhalb des Augitporphyrs vorkommen. Chalcedon fehlt. Vermutlich hat das Kalkcarbonat aus heißen kieselsäurehaltigen Lösungen langsam den Quarz ausgefällt. Auf den Quarzkrystallen sitzen einige Calcitskalenoëder.

Analoge Mineralbildungen wie am Molignon findet man bei Ciarvenna u. a.

b) Typus Schlern.

Sehr häufig findet man in Südtirol kleine Drusen mit Dolomit- oder Calcitkrystallen. Die Dolomitdrusen liegen aber überwiegend an der Basis der Dolomitmassen, so am Schlern, an der Brentagruppe, im Fassatal bei Pecol, Pozzes da mulins, Costa da Vent usw., wo schöne Dolomitkrystalle vorkommen. Dagegen fehlen solche Drusen, so weit mir bekannt, im Dolomit der oberen Trias der Kalkalpen und des Tribulaun. Deshalb möchte ich ihr Vorhandensein mit den Melaphyr-Eruptionen, der Durchtränkung mit heißem Wasser, in Zusammenhang bringen. Entscheiden ließe sich aber diese Frage erst, wenn man bei der geologischen Kartierung auch die Minerallagerstätten etwas beachten würde.

---

1) Congrès intern. geol. Wien. Führer. Dolomiten von Südtirol, 1904.

2) F. v. Richthofen hält diesen Strom im wesentlichen für einen Tuff. Mir scheint er die aus Rollblöcken bestehende Oberfläche eines Blocklavastroms zu sein, wie man ihn vom Ätna kennt, der aber submarin chemisch stellenweise stark zersetzt wurde.

IV. Mineralien der Erzlagerstätten.

Die Erzlagerstätten haben in Tirol sehr viele schöne Mineralien geliefert, im Gegensatz zu den Westalpen, in denen die Erzgänge selten und arm an schönkrystallisierten Mineralien sind, zum Teil weil sie vortertiär gebildet bei der Alpenfaltung zertrümmert wurden. Erst im Südwesten z. B. in der Dauphiné bei La Gardette[1]) usw., sind für den Mineralogen interessante Vorkommen da. Wir können auf die ostalpinen Erzlagerstätten nicht eingehen; sie sind verschiedenen geologischen Alters und verschiedener Entstehung. Als Beispiel von Contactlagerstätten sei St. Martin im Schneeberg, von epigenetischen Contactlagerstätten Kogl bei Brixlegg und Schwaz, von metasomatischen Lagerstätten Lermoos und von Erzlagern Eisenerz erwähnt.

V. Mineralien der alpinen oder Dynamo-Metamorphose.

Wir verstehen hier unter alpiner oder Dynamo-Metamorphose die chemische Umwandlung in wässeriger Lösung, die lange nach der (meist präpermischen) Gneiß- und Granitintrusion in der Tertiärzeit in Zusammenhang mit der Alpenfaltung stattfand. Die Mineralien der Dynamo-Metamorphose sind aus den primären Gesteinsmineralien unter Zufuhr von Wasser und Kohlensäure zwischen etwa 400° und 100° entstanden.

Charakteristisch für die im folgenden erwähnten Vorkommen ist die Beschränkung derselben auf die Alpen. Ich habe noch nirgends ähnliche Gesteins- oder Kluftmineralien gesehen. Doch haben manche epigenetische Erzlagerstätten und einige Mineralfundorte in den Vereinigten Staaten, die vielleicht als Wirkung einer Telepneumatolyse zu deuten sind, eine gewisse Verwandtschaft zum alpinen Typus.

A. Gesteinsmineralien.

Mineralogisch interessant sind in den Ostalpen eine Anzahl gut ausgebildeter dynamometamorpher Gesteinsmineralien.

a) Typus Talggenköpfe.

Die ostalpinen Serpentinstöcke sind, wie F. Becke erwähnt, häufig von einer besonderen Gesteinshülle umgeben. Diese ist meines Erachtens durch Dynamometamorphose kurz vor oder nach der letzten Alpenfaltung entstanden. Sie ist besonders mannigfaltig westlich der Talggenköpfe, etwa

1) Vergl. P. Groth, l. c.

nordwestlich unter dem sogenannten Totenkopfe über dem Furtschaglhaus[1]). Dicht an den Serpentin grenzt Chloritschiefer, oft auch ungeschieferte Chloritmassen mit Magnetit. Wir finden dieselben in den Westalpen an den Rymfischwängi, in den Ostalpen vielerorts z. B. an der Schwarzen Wand (Groß-Venediger). Das Gestein ist stellenweise durch Chloritschiefer mit langen schwarzen Turmalinnadeln ersetzt. In dieser Zone ist bisweilen z. B. im Greinerkar der primäre Turmalinbiotitschiefer, der auch Apatit führt, erhalten und nur teilweise in Talkschiefer umgewandelt. Hier findet sich auch Fuchsit. Daran reiht sich ein Gestein nur aus dunkler Hornblende, die nach außen lichter zu Aktinolith wird (50 cm mächtig). Es gesellt sich Talk zu, und noch etwas weiter außen findet man die Lager des bekannten Aktinolith-Talkgesteines vom Zillertal (etwa 1 m mächtig). Dann wird der Aktinolith rasch spärlicher; es mengt sich Breunnerit bei, und schließlich sehen wir die 1—10 m mächtige Randzone von Talk-Chloritgestein mit Breunnerit. Stellenweise findet man reinen Talk, der außerdem an der Chloritmagnetitschicht vorkommt. Ähnliche Serpentinschalen, nur weniger vollständig, findet man in den ganzen Ostalpen. Einzelne Zonen, wie der Talkaktinolithschiefer, sind primär oft kaum ausgebildet; andere Teile wurden bei den tektonischen Vorgängen abgestreift. Die mächtigste Zone, die von Talk-Chlorit mit Breunnerit, ist natürlich am häufigsten erhalten. Aus dem Aussehen der Mineralien läßt sich vielleicht schließen, daß die meisten nach den letzten Faltungen auskrystallisiert sein müssen. Einige, wie Turmalin-Magnetit, dürften schon im primären Contact vor der Dynamometamorphose dagewesen, aber umkrystallisiert sein.

Die zweite Ausbildung der Randzone von Serpentin, diejenige mit Asbestlagen und -klüften, ist in den West- und Südalpen häufiger als in den Ostalpen. Beispiele in den Ostalpen sind die Totenköpfe im Stubachtal[2]) (Salzburg), die Goslerwand am Groß-Venediger, in den Westalpen Val Brutta bei Chiesa (Val Malenco) und im Binnental am Geißpfadpaß[3]).

Verwandt mit dieser Randzonenmetamorphose ist die Ofen- oder Lavezsteinbildung der Centralalpen, die in den Ostalpen ziemlich selten ist. Der Unterschied ist aber mehr technisch als principiell. Im Ofenstein dürfen, wenn er zu feuerfesten Platten gebraucht werden soll, keine Carbonate und zu viele leicht wasserabgebende (Chlorit) oder zu spröde Mineralien (wie z. B. Quarz, Plagioklas) enthalten sein. Ferner sollen die einzelnen Bestandteile wie Aktinolith möglichst dicht und feinfaserig mit anderen gemengt, nicht aber, wie meist in den Ostalpen, schön krystallisiert sein. Warum die

1) Vergl. F. Becke und F. Löwe, Excursionen im westlichen und mittleren Abschnitt der Hohentauern. VIII. Zillertal S. 31. Guide excursions congrès geol. intern. Wien 1903.

2) Vergl. E. Weinschenk, l. c.

3) H. Preiswerk, Inaug.-Diss. Basel 1901.

Randzonen in den Ostalpen schöne Mineralien aufweisen, in den Westalpen aber weniger, läßt sich noch nicht angeben.

b) Typus Wolfendorn.

In den Kalkglimmerschiefern, wie F. Becke[1]) angibt, am Wolfendorn, findet man den sogenannten Rhaeticit, büschelförmigen Disthen, mit Margarit. Die fächerförmige und federförmige Ausbildung ist wohl charakteristisch für eine rasche Auskrystallisation bei niedriger Temperatur aus wässeriger Lösung; sie ist manchmal mehreren Mineralien desselben Fundortes eigen. Der garbenförmige Tremolit im Dolomit von Campo Lungo ist dynamometamorpher Entstehung, aber dieser Habitus ist auch bei Contactmetamorphose aus größerer Entfernung durch Lösungen bekannt: so die Garbenhornblende der Tremolaschiefer bei Airolo und in Wollaston, Ontario, Canada[2]).

Im Quarzband findet man kurze breite bläuliche Disthenkrystalle, so wie man sie von der Kleinitz im Tümmelbachtal, Groß-Venediger, und in den Westalpen z. B. von Piora bei Airolo kennt. Ich möchte aber hervorheben, daß es noch unsicher ist, ob der Disthen in den Ostalpen durch Dynamo-Metamorphose zur Tertiärzeit oder durch Gneißcontactmetamorphose früher entstanden ist. In anderen Gegenden ist er ein Mineral des äußeren Gneißcontacthofes.

In Quarz-Orthoklaslinsen bei St. Jakob, Pfitsch, sowie in Biotitamphibolitschiefern des Schlegeisengrund im Zillertal, findet man Rutil in schönen Zwillingskrystallen. Die genauen Fundorte kenne ich nicht und muß daher von einer Beschreibung dieses Typus absehen.

B. Dynamometamorph umkrystallisierte Gesteinsmineralien.

c) Typus Rothenkopf.

Im Serpentin des Rothenkopf am Schwarzensteingrund findet man auf der Westseite eklogitähnliche Einschlüsse, die vermutlich contactmetamorphe Umschmelzungen eines Kalkmergels darstellen, die später dynamometamorph verändert wurden. Ihre Gesteinsmasse besteht aus Epidot, Fassaït, Granat, Calcit, Quarz und dem früher als Thulit bezeichneten Mineral, das nach E. Weinschenk's Untersuchungen als Klinozoisit zu bezeichnen ist. In Hohlräumen, die zuletzt von Calcit ausgefüllt wurden, sind dieselben Mineralien, insbesondere der Klinozoisit, schön auskrystallisiert. An anderen Stellen überwiegt heller und dunkler Diopsid, oder Kalkgranat. Diese Lagerstätte könnte auch schon zu den Kluftmineralien gestellt werden.

1) F. Becke, l. c. S. 38.

2) F. D. Adams und A. E. Barlow, Geol. of Haliburton and Bancroft Area. Geol. Survey Canada 1910, Mém. 7, 168.

Analoga in den Westalpen bietet eine Fundstelle am Tscherwandune (Binnental), am Pollux bei Zermatt.

d) Typus Roßrücken.

In dem Zillertaler Tonalit sind langgezogene Biotitschlieren mit schönem Almandingranat enthalten[1]), es sind wohl umgeschmolzene Sedimentreste. Bei der Dynamometamorphose ist der Biotit teilweise in Chlorit verwandelt[2]), der Granat in kleinere klare Krystalle umkrystallisiert. Die Fundstelle der schönsten Zillertaler Granaten liegt etwa in der Mitte des Paßrückens etwas unterhalb des Grat gegen das Waxeggkees, jetzt schwer zugänglich. Bequem erreichbar ist eine ähnliche Lagerstätte etwa $\frac{1}{2}$ Stunde von der Berliner Hütte auf der Nordostseite des Hornkees.

e) Typus Pfitscher Joch.

Die Randfacies des Tuxergneiß ist bisweilen turmalinreich und auf Klüften findet man schwarzen Turmalin in Chlorit.

f) Typus Smaragdpalfen.

Wie E. Weinschenk zeigte, ist die Südzone des Granitarms, der vom Foisskarkogl bis zum Graukogl zieht, reich an quarzitisch-aplitischen Schlieren, die blauen Beryll führen. Den berühmten Fundort im Habachtal 2 Stunden östlich oberhalb der Madl-Alp unter dem Graukogl konnte E. Weinschenk nicht besuchen, da der Zutritt seinerzeit verboten wurde. Ich konnte 1912, gerade an dem Tag, als die Pacht der Gesellschaft abgelaufen war, die Fundstellen eingehend besichtigen und Gesteine sammeln. Die englische Gesellschaft hatte wegen ihres zu kostspieligen Betriebes, der bei der relativ geringen Ausbeute und der beschränkten Arbeitsmöglichkeit nicht rentierte, schon vor einigen Jahren die Arbeiten praktisch aufgegeben und nur noch den Ort überwachen lassen. Es wurde früher in drei Stollen gearbeitet, wovon der oberste die schönsten Smaragde gab, aber zuletzt durch gewaltige Felsmassen verschüttet wurde, die sich nur schwer entfernen lassen werden. Für die Einheimischen würde die Arbeit im Stollen trotz der Steinschlaggefahr noch lohnen.

Nördlich der Schlucht steht Granit, südlich Serpentin an. Am Contact Serpentin-Granit oder eigentlich da, wo aplitisch-granitporphyrische Adern in die Biotitglimmerschieferrandzone des Serpentin eindringen, findet man den grünen Beryll und zwar in dem vermutlich Chrom enthaltenden hell-

1) F. Becke, l. c. S. 24.

2) Ich halte die Umwandlung Biotit in Chlorit nicht für einen jetzt noch ablaufenden Verwitterungsproceß; denn man sieht in nicht alpinen Gegenden, die viel stärkere Verwitterung zeigen, keine Umwandlung von Biotit in grünen Chlorit, sondern höchstens die Baueritisierung.

braunen grobfaserigen Glimmerschiefer, etwa 10 cm bis 1 m vom Aplit entfernt. Unmittelbar angrenzend ist der Glimmerschiefer reicher an Beryll; aber dieser ist hellgelbgrün und trübe. Die schönen Smaragd-führenden Lagen sind sehr schmal, kaum 10 cm hoch. Der Aplit ist metamorph und stark gepreßt, ebenso wie der Serpentin mit seiner mächtigen Randzone, die Talk mit Breunnerit, Biotit-Chloritschiefer mit feinen Turmalinnadeln usw. aufweist[1]). Die Beryllkrystalle sind unverletzt und offenbar nach den tektonischen Störungen in dem noch warmen Gestein durch Sammelkrystallisation entstanden, nur einige sind ein wenig gebrochen und wieder verheilt. Auch hier ist der Granit vor der Alpenfaltung intrudiert, die schönen Mineralien sind nach ihr auskrystallisiert.

C. Dynamometamorphe Kluftmineralien.

In den Ostalpen wie in den ganzen Alpen findet man in einer Zone[2]), deren Mitte etwas nördlich von der Zone maximaler Dynamometamorphose liegt, Klüfte mit Mineralien. Diese Mineralien sind ihrer chemischen Zusammensetzung, Succession und sogar ihrem Habitus nach durch das Gestein bestimmt, in dem die Klüfte aufsetzen. Heiße wasser- und kohlensäurehaltige Lösungen, die sich in der Kluft sammelten, haben, wie das mikroskopische Studium des Kluftgesteines allerorts zeigt, dieses ausgelaugt. Be der Abkühlung krystallisierten in ganz bestimmter einmaliger Succession die Mineralien aus. Das geschah nach den letzten großen tektonischen Störungen; denn die Kluft und die oft sehr großen und leicht von der Wand ablösbaren Krystalle blieben ungestört.

Die Muttergesteine waren aber vor der Alpenfaltung abgelagert oder erstarrt; denn deren Mineralien sind zertrümmert. Die Klüfte sind relativ kurz (1 m bis 50 m lang); es sind keine Gänge. Die Mineralbildungen auf ihnen hängen nicht mit der Intrusion von Granit oder Gneiß zusammen. Dies ist der wesentlichste Unterschied zwischen der Ansicht von E. Weinschenk und der des Verfs.

Die Mineralklüfte der Ostalpen wie der Westalpen stehen senkrecht zur Schieferung des Gesteines; dadurch ist eine Gerade ihrer Ebene bestimmt. Eine zweite Gerade liegt in den Westalpen nahezu in der Horizontalebene, in den Ostalpen meist in der Verticalebene. Das weist auf wesentliche Unterschiede in der zweiten Hauptdruck- bezw. Bewegungsrichtung hin.

Aus dem Gestein gelöst wurde: 1) Plagioklas (zum Teil kalihaltig); er gibt in der Kluft: Quarz, Calcit, Orthoklas, ferner die Zeolithe; im Gestein bleibt Kaolin zurück. 2) Biotit; er veranlaßt in der Kluft die Krystallisation

1) Vergl. S. 164.
2) Vergl. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1912, Abhdlg. **64**, 500.

von Chlorit, (Muskovit?), Rutil, Fluorit (das *Fl* aus Biotit, *Ca* aus Plagioklas). 3) Hornblende gibt Epidot und Hornblende-Amianth.

Aus dem Gestein in die Kluft werden umkrystallisiert: 1) Sphen, 2) Apatit, 3) Diopsid, 4) Idokras, 5) Granat, 6) Calcit, 7) Dolomit, 8) Anhydrit, 9) Muskovit, 10) Beryll, 11) Turmalin, 12) Rutil (zum Teil zu Anatas und Brookit?), 13) Orthoklas (wenig).

Nachweislich zugeführt sind an Stoffen, von Wasser abgesehen, nur Kohlensäure, die im wesentlichen die Calcitbildung, und Sauerstoff, der eine teilweise Oxydation des Eisenoxyduls bewirkt.

Die Klüfte in allen nicht ganz basischen Gesteinen sind hauptsächlich vom Quarzband erfüllt, in dem sich in geringer Menge, ebenfalls wie der Quarz, derb, krystallisiert und stark verzwillingt, Kalkspat, selten Flußspat findet. Meist in der Mitte der Kluft liegt die Krystallhöhle mit den schön ausgebildeten Mineralien. Die Größe der Mineralien, die Höhe und Flächenausdehnung der Kluft, die Masse des Quarzbandes sind einander annähernd proportional.

In einigen Vorkommen in basischen Gesteinen tritt an Stelle des Quarzbandes derber Kalkspath, in den meisten ganz basischen Gesteinen fehlt aber beides.

a) Typus Floitental.

Im mittleren Floitental zwischen Pockachalp und altem Baumgarten, sowohl nach Westen gegen Gunkeltal und Melkerscharte wie nach Osten, sind zahlreiche Mineralfundorte im Zillertalgneiß gelegen.

Etwa 5 Minuten vom Weg, der vom Saurüssel zum Schwarzensteinkees und Schwarzenstein führt, da, wo etwa der Gletscher erreicht wird, nach oben gegen den großen Mörchner liegt eine offene Kluft senkrecht zur Schieferung des Gneiß und vertical, die Adular 1), Apatit 1), Quarz 2), alle in klaren einfachen Krystallen, dann Calcit 3), als Kruste Chlorit 3), Muskovit 2) in scharf begrenzten Tafeln führt.

Das Vorkommen gleicht durchaus dem von der Valletta der Fibbia am Gotthard in den Westalpen und am Gletscherende des Untersulzbachtal im Groß-Venediger[1]).

Unterhalb des Sonntagsfeld liegen am Talboden der Floiten und etwas aufwärts Blöcke mit ähnlichen Vorkommen, nur ist der Adular durch Periklin-Albit (doppelt verzwillingt) ersetzt. Die Ausbildung, der Grad der Durchsichtigkeit, die relative Größe der anderen Mineralien bedingen eine so starke Übereinstimmung mit denen anderer Fundorte in den Floiten, daß mir diese für die Identität des Vorganges weit wichtiger erscheint als das Fehlen oder Vorkommen einzelner Mineralien. Calcit in Tafeln und

1) E. Weinschenk, l. c. S. 467.

Chlorit sind seltener, dafür erscheinen reichlich als letzte Mineralien 4) nebeneinander fast sämtliche Zeolithe des alpinen Typus. Desmin 1) Heulandit 1) Skolezit 2) Prehnit 3) Laumontit 3). Das Quarzband an diesen Klüften enthält viel Calcit.

Ganz ähnlich ist nach Weinschenk das Vorkommen von der Weißeneck im Groß-Venediger in mehr quarzdioritischem Gestein, wo außerdem noch Chabasit, Apophyllit vorkommen[1]. In den Westalpen sind ein Analogon die Fundstellen im südlichen Aaregranit am Krüzlistock, ferner am Fieschergletscher.

Auf der Seite der Baumgartenalp überwiegt Albit-Periklin gegenüber Adular. Der Gneiß ist hier reiner Tonalit. Der Oligoklas wird zu Albit zersetzt und dieser in der Kluft ausgeschieden. Das Vorkommen ist sonst dasselbe; nur ist entsprechend dem größeren Biotitreichtum des Gneiß auf der Kluft der Muskovit häufiger. Gelber Sphen ist selten. Der Quarz hat den Tessiner Typus mit steilen Rhomboëdern, die eine Damascierung infolge sehr feinen treppenförmigen Aufbaues zeigen. In den Westalpen sind der Baumgartenalp analoge Vorkommen seltener. Wir finden sie aber im Tessiner Tonalit[2] z. B. bei Alp Crozlina.

Im Gunkeltal gegen die Melkerscharte liegen Klüfte mit großen klaren einfachen Adularen, Rauchquarz, Apatit und etwas Muskovit.

In allen Teilen des Zillertales sind im Tonalit und Gneißgranit ähnliche Mineralfundorte.

Am unteren Ende des Habachkees ist auf Granit neuerdings ein Vorkommen entdeckt, was denen des Aaregranit z. B. von der Goescheneralp sehr nahe steht: Rauchquarz 1) roter Fluorit 2) Laumontit 3).

Ganz selten und nur in äußerst kleinen Krystallen tritt in den Granitklüften noch Anatas und Brookit auf, so an der Abichlalp im Untersulzbachtal. In den Westalpen liegt ein analoges Vorkommen im Aaregranit am Galenstock[3].

b) Typus Saurüssel.

Am Saurüssel oberhalb des Schwarzensteinkees sind in der aplitischen Randfacies des Zillertalgneißgranit größere horizontale Klüfte mit Amethyst ganz ähnlich wie z. B. im Aaregranit am vorderen Zinkenstock[4]. Die Quarzkrystalle zeigen die für alpinen Amethyst charakteristische Scepter-

---

1) Der von dort beschriebene Natrolith ist wohl sicher Skolezit, da der erstere kein Mineral des alpinen Typus ist.

2) Vergl. Neues Jahrb. f. Min. usw. 1908, Beil.-Bd. **26**, 511. Ausz. diese Zeitschr. **49**, 401.

3) N. Jahrb. f. Min. 1901, Beil.-Bd. **14**, 74. Ausz. diese Zeitschr. **37**, 647.

4) Vergl. N. Jahrb. f. Min. usw. l. c. S. 92.

quarzform, die schaligen Rhomboëderflächen und bisweilen Flüssigkeitseinschlüsse mit Libelle. Auf dem Quarz sitzt der an allen alpinen Amethystfundorten vorkommende gelbe Eisenocker. Die Färbung ist meist nicht lichtbeständig. Sie ist vermutlich ebenso wie die des Rauchquarz nicht primär[1]), sondern durch γ-Strahlung aus Eisenverbindungen, die in Spuren eingeschlossen sind, entwickelt.

Gleichzeitig mit Quarz ist für den Zillertaler Gneiß charakteristisch Muscovit. — Am Saurüssel sind ferner noch Klüfte, wo zu demselben Vorkommen, aber mit farblosem Quarz, Eisenglanz und Adular hinzutritt. In den Westalpen bieten die Fundorte im Fellital am Fedenstock und Bächistock vollkommene Analoga.

D. Glimmerschiefer und Paragneiße.

c) Typus Eichamwand[2]).

Am östlichen Absturz der vorderen Eichamspitze sind in einem Glimmerschiefer Klüfte mit Quarz 1) Calcit in dünnen Tafeln, Anatas 2) Brookit 2) Rutilhaaren 1) und Chlorit 3). Das Vorkommen ist genau dasselbe wie in den Westalpen das vom Griesental[3]) (Maderanertal) oder Ried bei Amsteg, wo wir dieselben Mineralien in derselben Ausbildung in demselben Gestein finden.

Ähnlich ist das von P. Groth[4]) beschriebene Vorkommen bei Le Puys in der Dauphiné.

d) Typus Grieswies.

Auf einem Glimmerschiefer am Ritterkar oberhalb der Grieswiesalp in der Rauris sind in Klüften Adular 1) Calcit 3) Rutil 1) Quarz 2) Albit 2) Chlorit 4) aufgewachsen. Ähnlich ist das Vorkommen an der Marchleckalp am Lienziger, Groß-Venediger. Genau damit übereinstimmende Lagerstätten sind in den Westalpen ganz selten.

Andererseits fehlt in den Ostalpen der verwandte Typus von Mineralfundorten in Sericitphylliten und Glimmerschiefern mit Turnerit, Anatas, Albit, Eisenspat, Quarz, Rutil, den wir von der Dauphiné bei Le Freney, vom Oberrheintal bei Perdatsch (Sedrun), vom Binnental am Kollergraben kennen.

---

1) Die Farbe der Amethyste in den Mandeln der Ergußgesteine ist meist lichtecht und wohl primär.

2) Diese Beschreibung ist nach E. Weinschenk, l. c. S. 403 gegeben.

3) Vergl. Geolog. Karte Aarmassiv usw. S. 50.

4) P. Groth, l. c. S. 400.

E. Basische Gesteine.

a) Typus Hochfeiler.

Westlich vom Hochfeiler (Zillertal) zwischen Oberberg- und Unterbergtal, dann in der Nähe der Wiener Hütte, und auch nordöstlich vom Rotbacherspitz liegen Fundorte in Amphiboliten. Auf den Klüften überwiegt Albit 1) als Periklin mit Sphen 1), zuweilen auch Adular 1) in einfachen Krystallen und Calcit 2).

Im Habachtal an der sogenannten Teufelsmühle (Mulde vor dem Gletscher mit Gletschermühle) oberhalb der Kesselalp gegen den Leiterkogl, liegt eine sehr große, fast mannshohe Mineralkluft in salischem basischen Gestein. Man findet große einfache Adular-Krystalle 1), Periklin 1) worauf hellgelbe Sphentafeln 2), ferner Calcit in abgerundeten Tafeln 3), Chlorit 4) und viele Stellen ganz von kleinen .Laumontitkrystallen 5) überzogen.

Analog ist in der Dauphiné das von P. Groth[1]) beschriebene Vorkommen in Hornblendeschiefern bei Auris (vom Axinit abgesehen).

b) Typus Pfitscher Joch.

Die Grenzschiefer am Tuxer Gneißgranit entsprechen in jeder Hinsicht der Tremolaserie; nur ist ihre Mächtigkeit wohl aus secundären Gründen geringer. Die Mineralassociation in deren Klüften (z. B. dicht am Jochsee, nördlich) ist dementsprechend recht ähnlich: Quarz 1) Chlorit 2) Rutil in Nadeln 1) und als Sagenit, Anatas in kleinen gelben Oktaëdern 1); etwa dem Vorkommen von Sorescia und Laghetto am Gotthard entsprechend.

Die Klüfte senkrecht zur Schieferung stehen vertical, am Gotthard horizontal; ein Beweis dafür, daß am Pfitscher Joch die zweite Hauptdruckrichtung vertical gerichtet war, also eine Bewegungscomponente auch von unten nach oben oder umgekehrt vor sich ging.

Verwandt ist das Vorkommen am Groß-Venediger in der oberen Mellitz bei Virgen.

F. Grünstein.

c) Typus Knappenwand.

Die Wand südöstlich oberhalb des Wasserfalles des Untersulzbaches besteht aus einem metamorphen gepreßten Grünschiefer, der von ebenfalls zertrümmerten hellen aplitischen Adern durchzogen ist. Ein kleiner, rot markierter Weg, an dessen Anfang zwei Warnungstafeln stehen, führt von dem Hauptweg zur Abichlalp ab hinauf zur großen Höhle, die ausgesprengt wurde, um den vielen schmalen Mineralklüften zu folgen. Etwa 30 m schräg unter der Höhle (etwas südlich), liegt ein alter Stollen eines Kupferbergwerkes. Die Erzader ist ebenfalls zertrümmert, also vormiocän.

1) P. Groth, l. c. S. 393.

Die zahlreichen Spalten am Epidotfundort sind beliebig gerichtet, weil auch die Schieferung sehr wechselt und gewellt ist. Sie sind auf einen kleinen Bezirk 20 × 20 × ? 20 m beschränkt. Die Ausfüllung der Spalten erfolgte nach den letzten Bewegungen; nur stellenweise sind einige lange Epidotkrystalle mit schwacher Biegung gebrochen und wieder verkittet.

Auf den Hauptspalten findet man zu unterst Amianth [1]), dann Epidot [1]), Albit in kleinen weißen Krystallen [2]), klaren Apatit [2]), selten Adular [2]), zuletzt Calcit in abgerundeten flachen Rhomboëdern; Quarz und Scheelit sind selten. Bisweilen sitzen auf Flächen mit Amianthaaren wie Tautropfen ringsum ausgebildete kleine Adulare und Apatite; in manchen kleineren Spalten überwiegt Epidot. Diese Verteilung hängt wesentlich von der Basicität des Gesteines an der betreffenden Stelle ab.

E. Weinschenk[1]) beschreibt ähnliche Vorkommen vom Seebachkar und Söllnkar. In letzterem überwiegt der an der Knappenwand sehr seltene Augit.

In den Centralalpen sind Fundstellen desselben Typus, aber mit weniger schön ausgebildetem Epidot, zahlreich, so unter Alp Cavrein bei Disentis, wo der Quarz häufiger, Apatit und Albit selten sind, bei Guttannen an der Rothlaui, wo Adular häufiger ist.

Verwandt mit diesem Typus sind ferner Fundorte mit vorwiegendem Epidot oder Epidot und Albit oder Albit und Prehnit, die man zahlreich auf Amphiboliten und Hornblendeschiefern der Ost- und Westalpen findet. Wieviel Albit und Prehnit auftritt, hängt von der Menge des kalkreichen Plagioklas (Labrador-Bytownit) ab.

G. Dynamometamorph umkrystallisierte Contactmineralien basischer Gesteine.

In den Ostalpen wie in den Westalpen sind schöne Mineralien bei der Dynamometamorphose aus Contactmineralien umkrystallisiert; es seien die Vorkommen von der Rymfischwängi, dem Theodulpaß, dem Tscherwandune[2]) in den Walliser Alpen, Piz Longhin[3]) in Graubünden, von der Schwarzen Wand am Groß-Venediger[4]), von Ala[5]) erwähnt.

---

1) E. Weinschenk, l. c. S. 364.

2) L. Desbuissons, l. c.

3) G. Steinmann, Verh. d. d. Nat. Ges. Karlsruhe.

4) E. Weinschenk, S. 445.

5) G. Struever, N. Jahrb. f. Min. usw. 1871, S. 337. Ob das Vorkommen von Ala primäre oder umkrystallisierte Contactmineralien enthält, weiß ich nicht sicher, da ich nicht am Fundort war. Man müßte wissen, ob die Contactmineralien im Gestein zertrümmert sind.

a) Typus Burgumer Alp.

Dicht vor der Sterzinger Hütte in der Burgumeralp (C. Hintze: Wildkreuzjoch Porgumer Alp) liegen nördlich die Blocktrümmer von Serpentinmassen. In diesen findet man vereinzelte Linsen von Kalksilicaten, die als Kalk vom Serpentin bei der Intrusion aus dem Nachbargestein, den Kalkphylliten, herausgerissen und dann zu Kalksilicaten verändert wurden. Die primären Contactmineralien im Gestein, Granat, Vesuvian, Diopsid, Wollastonit, sind zermahlen. Der ganze Serpentin ist mit dem umgebenden Kalkphyllit bei der Überschiebung in sich zertrümmert und überall äußerst stark mechanisch mitgenommen worden. Seine normalen Contactgrenzen gegen den Kalkphyllit sind abgequetscht[1]; die Masse ist in zahlreiche Linsen aufgelöst. Nach Beendigung des tektonischen Prozesses[2], der zuletzt beim Stillstand kleinere Spalten im Serpentin erzeugte, setzte die chemische Umkrystallisation bezw. die Auskrystallisation aus den heißen, in den großen und zum Teil ganz schmalen Spalten eingeschlossenen Lösungen bei der Abkühlung ein. Die schön ausgebildeten Mineralien sind Idokras von verschiedenstem Habitus 2), Sphen 3), Zirkon (selten) 1), Melanit 2), Diopsid 4), Pennin 3), selten Calcit.

H. Sedimente.

a) Typus Schmirn.

Im Rucksteinergraben bei Schmirn oberhalb Obern ist auf dem Kalkphyllit Albit 1) in schönen klaren Krystallen aufgewachsen und darauf Kalkspat. Noch andere Fundorte dieses bekannten Vorkommens liegen in der Nähe. In den Centralalpen sind viele Analoga dazu; das Muttergestein ist immer kalkreich: so bei Realp im Sericitphyllit des Gotthard, bei Vals-Platz, Alp Buschuna etwas oberhalb an der Waldgrenze.

b) Typus Iseltal.

Am Groß-Venediger im Iseltal ob Praegraten[3] tritt auf Klüften des Kalkglimmerschiefer Quarz 1), Albit 1), Calcit 3), Praegratit 2) auf, ganz analog den Fundorten bei Fontana im Bedrettotal (Airolo) in den Westalpen.

Zusammenfassend läßt sich etwa folgendes sagen:

Die Verwandtschaft der Mineralvorkommen der Ost- und Westalpen zeigt sich naturgemäß in der Mineralparagenese, die durch die Alpenfaltung

---

1) Dasselbe findet man bei fast allen Serpentinvorkommen in den Alpen.

2) Eine Frage von mehr geologischem Interesse ist die, ob die Metamorphose des Kalkmergels zu Kalkphyllit und des Melaphyrs (?) zu Serpentin vor der Überschiebung oder nach bezw. während derselben erfolgte. Manches scheint für die erstere Annahme zu sprechen.

3) Vergl. E. Weinschenk S. 469.

entstanden ist. Das sind die Mineralien des alpinen Typus, Kluftmineralien auf kurzen Spalten, die in ihrer chemischen Zusammensetzung streng von dem Gestein abhängig sind, dessen Bestandteile durch heiße wässerige Lösungen in Kluftnähe ausgelaugt wurden.

Die Zillertaler Mineralien sind denen des Gotthard und Tessin, die des Groß-Venedigers denen des Aarmassivs am nächsten verwandt. Für die meisten (aber nicht für alle) Mineralfundorte lassen sich genau damit übereinstimmende Lagerstätten in den Westalpen angeben. Die Ursache hierfür liegt in der chemischen und mineralogischen Ähnlichkeit der Gesteine. — Die dynamometamorphen Gesteinsmineralien sind in den Ostalpen schöner als in den Westalpen; ein Grund hierfür ist mir nicht bekannt.

Eine weitere Ähnlichkeit liegt in dem Fehlen von Drusenmineralien in den Tiefengesteinen und der großen Seltenheit von Pegmatitmineralien in Ost- und Westalpen. Das hat zwei Ursachen: erstens sind die jetzt aufgeschlossenen Tiefengesteine und Pegmatite zertrümmert worden, zweitens sind die Tiefengesteine des Alpenbogens an sich arm an Pegmatiten und an Drusen. Das ist ein charakteristischer Zug von Tiefengesteinen, die zur Gneißbildung in enger Beziehung stehen.

Die Unterschiede zwischen Mineralvorkommen in den Ost- und in den Westalpen liegen in folgendem: Erzgänge, Drusenmineralien der Ergußgesteine, Contactmineralien der Tiefengesteine sind in den Ostalpen schön ausgebildet, in den Westalpen dagegen ohne Bedeutung.

Die Ursache für das letztere liegt in dem Fehlen unveränderter Ergußgesteine in den Westalpen. Die Südzone, in der nicht metamorphe Ergußgesteine zu erwarten wären, liegt westlich fortgesetzt unter der Poebene. Primäre Contactmineralien von Tiefengesteinen fehlen in den Westalpen aus demselben Grunde und weil jüngere Tiefengesteine, wenn überhaupt vorhanden, sehr selten und nur in der Südzone zu erwarten sind. Diese Südzone ist aber in den Westalpen dynamometamorph verändert. In dem schmalen unveränderten Streifen längs der oberitalienischen Seen fehlen im Mesozoicum Tiefengesteine.

Erzgänge sind an sich in den Westalpen seltener als in den Ostalpen; sie waren ferner wie alle Gesteine der Westalpen den tektonischen und chemischen Veränderungen der Tertiärzeit stärker ausgesetzt und daher sind dort vielfach die Erze und ihre Begleiter schlechter erhalten.

Ganz kurz kann man sagen: in den Ostalpen sind die Minerallagerstätten verschiedenartiger, in den Westalpen ist der besondere alpine Typus mannigfaltiger ausgebildet.

(Die Fortsetzung des Inhalts befindet sich auf der vierten Seite des Umschlages.)

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

